

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-069088

(43)Date of publication of application : 03.03.2000

(51)Int.Cl.

H04L 12/56  
H04L 12/26

(21)Application number : 10-235251

(71)Applicant : NIPPON TELEGR & TELEPH CORP <NTT>

(22)Date of filing : 21.08.1998

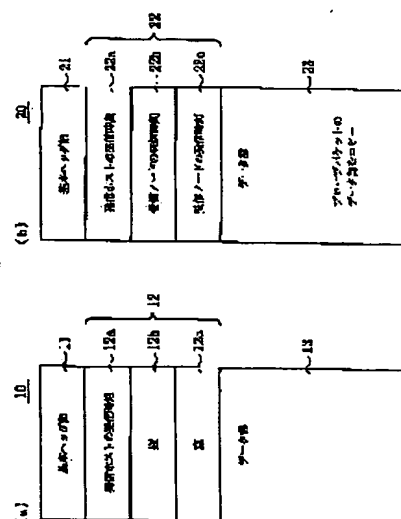
(72)Inventor : TANIGUCHI HIROHISA  
KIMURA TAKUMI

(54) TRAFFIC EVALUATING METHOD FOR PACKET EXCHANGE NETWORK, RECORDING MEDIUM  
RECORDING PROGRAM FOR PROVIDING THE SAME AND TRAFFIC EVALUATING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To evaluate a traffic load concerning a path to an object host or respective links composing the path while considering directivity as well and further to independently measure the bands of respective links in respective directions.

SOLUTION: A probe packet 10, that time T1 just before transmission from a transmission host to a recipient is recorded in a time stamp header 12, is transmitted and when this packet is received, the recipient generates and transmits a response packet 20 toward a transmitter. Relating to this response packet 20, three kinds of time of time T2 for the recipient to receive the probe packet 10, time T3 to transmit the response packet 20 and said time T1 recorded in the probe packet 10 are recorded in its time stamp header 22. The response packet 20 recording these three kinds of time is returned to the transmission source.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

31.01.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-69088

(P2000-69088A)

(43) 公開日 平成12年3月3日 (2000.3.3)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

H 0 4 L 12/56

12/26

識別記号

F I

H 0 4 L 11/20

11/12

テマコード\* (参考)

1 0 2 Z

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号

特願平10-235251

(22) 出願日

平成10年8月21日 (1998.8.21)

(71) 出願人

000004226

日本電信電話株式会社

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

(72) 発明者

谷口 浩久

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(72) 発明者

木村 卓巳

東京都新宿区西新宿三丁目19番2号 日本

電信電話株式会社内

(74) 代理人

100077274

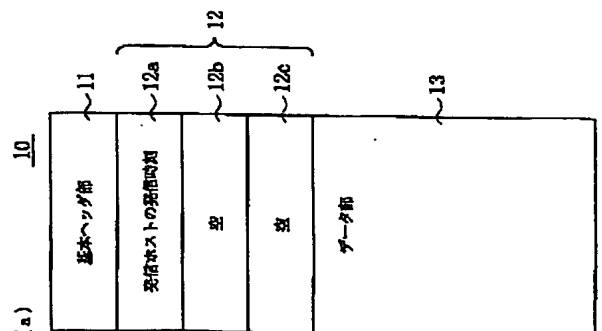
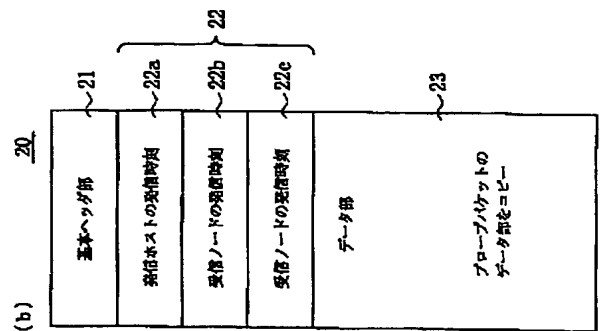
弁理士 磯村 雅俊 (外1名)

(54) 【発明の名称】 パケット交換網におけるトラヒック評価方法、この方法を実現するためのプログラムを記録した記録媒体及びトラヒック評価装置

(57) 【要約】

【課題】 対象ホストに至るまでのパス、あるいはそのパスを構成する各リンクについて、トラヒック負荷を方向性まで考慮して評価し、さらに、各リンクの帯域を、各方向について独立に測定可能にすること。

【解決手段】 送信ホストが受信者に向けて、送信する直前の時刻 T 1 を時刻印ヘッダ 1 2 に記録したプローブパケット 1 0 を送信し、受信者はこれを受信すると送信者に向けた応答パケット 2 0 を生成し送信する。この応答パケット 2 0 には、受信者によるプローブパケット 1 0 受信時の時刻 T 2 と、応答パケット 2 0 送信時の時刻 T 3、およびプローブパケット 1 0 に記録されていた上記 T 1 の 3 つの時刻が、その時刻印ヘッダ 2 2 に記録される。この 3 つの時刻が記録された応答パケット 2 0 は、送信元に返送される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 送信ホストから受信ホストに至るパスに沿って複数の中継ノードを有するパケット交換網において、送信ホストは送出する直前の時刻を記録したプローブパケットを全ての中継ノードに向けて複数送出し、各受信ノードは自ノード宛先の前記プローブパケットを受信すると同時に、プローブパケットへの応答パケット内に送信ホストがプローブパケット内に記録した送信時刻印と自ノードがプローブパケットを受信した時刻を記録し、受信したプローブパケットのデータ部をコピーし、さらに生成した応答パケットを送信する直前の時刻を記録して、応答パケットを送信ホストに返送し、送信ホストは、受信した応答パケットの時刻印情報から各ノード間の全てのリンクについて、順方向および逆方向での各リンクのトラヒック負荷および帯域を集計することを特徴とするパケット交換網におけるトラヒック評価方法。

【請求項2】 送信ホストから受信ホストに至るパスに沿って複数の中継ノードを有するパケット交換網において、送信ホストは送出する直前の時刻を記録したプローブパケットを単一の受信ホストまたは単一の中継ノードに向けて複数送出し、受信者は自己宛先の前記プローブパケットを受信すると同時に、プローブパケットへの応答パケット内に送信ホストがプローブパケット内に記録した送信時刻印と受信者がプローブパケットを受信した時刻を記録し、受信したプローブパケットのデータ部をコピーし、さらに生成した応答パケットを送信する直前の時刻を記録して、応答パケットを送信ホストに返送し、送信ホストは、受信した応答パケットの時刻印情報から送信ホストと受信者間のパスについて、順方向および逆方向でのパスのトラヒック負荷を集計することを特徴とするパケット交換網におけるトラヒック評価方法。

【請求項3】 請求項1または2に記載のパケット交換網におけるトラヒック評価方法を実現するためのプログラムを記録した記録媒体。

【請求項4】 プローブパケット送出のスケジューリングとプローブパケットの生成送信を行う手段と、プローブパケットに対する応答パケットを受信し、測定データを蓄積する手段と、測定データから帯域とトラヒック負荷を評価する手段と、各ノード間の全てのリンクについて、順方向および逆方向での各リンクのトラヒック負荷を集計し、通信経路を選択する手段とを具備したことを特徴とするパケット交換網におけるトラヒック評価装置。

【請求項5】 プローブパケット送出のスケジューリン

グとプローブパケットの生成送信を行う手段と、プローブパケットに対する応答パケットを受信し、測定データを蓄積する手段と、測定データから帯域とトラヒック負荷を評価する手段と、送信ホストと受信者間のパスについて、順方向および逆方向でのパスのトラヒック負荷を集計し、通信経路を選択する手段とを具備したことを特徴とするパケット交換網におけるトラヒック評価装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エンド端末としての送信ホストが、受信者に向けて時刻印（タイムスタンプ）ヘッダを持ったプローブパケットを送出し、受信者は、受信時および発信時の時刻をそのパケットに書き込み、応答パケットとして送信ホストに送り返し、送信ホストで上述の時刻印ヘッダ情報の集計を行うことにより、パケット交換網における、ネットワークの任意のリンク、あるいはパスのトラヒック負荷を評価する方法、この方法を実現するためのプログラムを記録した記録媒体及びトラヒック評価装置に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】従来のこの種のプローブパケットを用いたパス特性の評価システムとしては、インターネットで一般的に使用されているツールである `patchchar` が知られている。このシステムでは、インターネットにおいて、送信ホストから目的ホストに至るまでのパスに沿った全てのルータに向けて複数のプローブパケットを送出し、それらに対応する応答パケットを受信し、各ノードまでの往復遅延時間を送信ホストにおいて集計することにより、ルータ間の全てのリンクに対して順方向での1ホップ分のキューでの待ち時間を評価する。この場合、プローブパケットを受信した中継ノードでは、プローブパケットを受信すると同時に、送信ホストに向けて送信すべき応答パケットを生成する。この応答パケットのデータ部は、受信したプローブパケットの先頭64バイト分のデータをコピーしたものであるため、応答パケットの大きさは一定である。なお、これに関しては、例えば、岡田他による「インターネットの測定 ネットワークの中身が見える」（`bit`，1998年8月号，共立出版刊）の記載を参照することができる。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】本来、プローブパケットによるトラヒック負荷評価システムの目的は、自分のエンド端末からプローブパケットを送信し、それに対する応答パケットを受信することによりネットワーク内部の遅延を測定し、その集計結果に基づいて、自分のエンド端末から目的ホストまで張られたパス、あるいはそのパスを構成する各リンクの負荷状態や帯域を把握し、最適な目的ホストの選択等、トラヒック制御を行う際や、

ネットワークの管理のために役立てることである。

【0004】このような遅延時間測定に基づく従来のパス特性評価システムは、次のような考え方によるものである。すなわち、測定ホストから $n$ 番目のルータまでの往復遅延時間 $T_{n,s}$  ( $s$ : パケット長) は、 $s$  に比例する転送遅延、およびリンクの距離等に依存する固定分と、トラヒック負荷 (ルータのキューでの待ち時間) に依存する変動分とに分離して、モデル化することができる。各ルータに関して十分な数のサンプルを取れば、その中で少なくとも一つは各ルータでの待ち時間がゼロのものが存在する確率が高いため、その最小値は遅延の変動分を含まないと考えられる。 $T_{n,s}$  の平均値等の最小値からのずれ $q_n'$  が、送信ホストから $n$ 番目のルータまでの各ノードでの変動分の和であると考えることができる。従って、 $n$  番目のホップの往復遅延の変動分 $q_n$  は、 $q_n = q_n' - q_{n-1}'$  から算出できる。

【0005】上述の $q_n'$  は往復遅延の変動分であるため、行きと帰りの変動の和を評価する。また、1ホップ分の遅延の変動分 $q_n$  は、図1において、2つのキュー $Q_{n-1}(\rightarrow)$  (順方向を示す、図中を含め、以下同じ) および $Q_n(\leftarrow)$  (逆方向を示す、図中を含め、以下同じ) の和になっている。これらの2つのキューは、それぞれ順方向および逆方向のキューであり、そのトラヒック負荷も和としてしか評価できず、その方向性を評価できないという問題点がある。

【0006】さらに、上述の $T_{n,s}$  の最小値について、パケット長 $s$  を変化させることを考える。十分な数のサンプルをとれば、各 $s$  について $T_{n,s}$  の最小値が、遅延の固定分とパケットサイズに比例する転送遅延から構成される確率が高いため、この $T_{n,s}$  は $s$  に関する1次式となり、各リンクの帯域を $b_i$  とすれば、

$$(\min T_{n,s} \text{の傾き}) = \sum_{i=1 \sim 2n} (1/b_i)$$

となる。ここで、応答パケットの大きさは、プローブパケットと同じであると仮定している。また、 $\sum$

( $i=1 \sim 2n$ ) は、 $i=1$  から  $i=2n$  までで和をとることを意味している。なお、上述の $pathchar$  では、応答パケットの大きさは一定のため、

$$(\min T_{n,s} \text{の傾き}) = \sum_{i=1 \sim n} (1/b_i)$$

となる。

【0007】従って、 $(\min T_{n,s} \text{の傾き}) - (\min T_{n-1} \text{の傾き})$  によって $n$  番目のホップについて、 $1/b_n(\rightarrow) + 1/b_n(\leftarrow)$  を算出可能である。ここで、 $b_n(\rightarrow)$  と  $b_n(\leftarrow)$  は、それぞれ順方向と逆方向での帯域である。 $pathchar$  では、 $1/b_n(\rightarrow)$  のみを測定可能である。また、応答パケットの大きさをプローブパケットの大きさに等しくしても、 $b_n(\rightarrow)$  と  $b_n(\leftarrow)$  とを分離することができない。

【0008】本発明の目的は、従来の技術における上述のような問題を解消し、中継ノードまたは対象ホストに向けてプローブパケットを送出することで、対象ホスト

に至るまでのパス、あるいはそのパスを構成する各リンクについて、トラヒック負荷を方向性 (行きと帰りでの混雑の程度の違い) まで考慮して評価し、さらに、各リンクの帯域 (順方向と逆方向が等しいとは限らない) を、各方向について独立に測定可能にすることにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明に係るトラヒック評価方法及び装置においては、送信ホストが受信者に向けて、送信する直前の時刻 $T_1$  を時刻印ヘッダ12に記録したプローブパケット10を送信し、受信者はこれを受信すると同時に送信者に向けた応答パケット20を生成し送信する。上述の応答パケット20は、プローブパケット受信者によるプローブパケット受信時の時刻 $T_2$  と、応答パケット20送信時の時刻 $T_3$ 、およびプローブパケット10に記録されていた上記 $T_1$  の3つの時刻を、その時刻印ヘッダ22に記録し、さらにそのデータ部23はプローブパケット10のデータ部13をコピーしたものである。この3つの時刻が記録された応答パケット20は、送信元に返送される。なお、この場合、送信ホストの時計と受信者の時計とが同期している必要はない。

【0010】送信ホストは、上記応答パケットを受信した瞬間の時刻 $T_4$  を記録し、これにより、 $D_n(\rightarrow) = T_2 - T_1$ 、 $D_n(\leftarrow) = T_4 - T_3$  の2つの量が得られる。この量は、送信ホストから受信者までの片道遅延時間に、両者の時計のずれが加わったものである。一方で、この時計のずれは、測定を行う時間内では一定と仮定することができるため、 $D(\rightarrow)$  や  $D(\leftarrow)$  の変動分は、送信ホストから受信者までのパスの、それぞれ順方向と逆方向の片道遅延の変動分と等しい。従って、この2つの量を別々に集計すれば、順方向と逆方向の変動分を独立に測定することが可能となる。また、遅延のパケット長に依存する部分も、同様に時計のずれには影響されない。

【0011】また、パスの順方向のトラヒック負荷を評価する場合には、 $D_n(\rightarrow)$  の測定を複数回を行い、例えば、平均値の最小値からのずれ $q_n'(\rightarrow)$  で、順方向のトラヒック負荷を特徴付ける。また、 $q_n(\rightarrow) = q_n'(\rightarrow) - q_{n-1}'(\rightarrow)$  によって、順方向の $n$  番目のホップのトラヒック負荷を特徴付ける。また、 $n$  番目のホップの順方向の帯域は、 $D_n(\rightarrow)$  をパケットサイズ $s$  を変化させて測定した結果から得られる。 $D_n(\rightarrow)$  の最小値は、 $s$  の一次式になると考えられるから、

$(\min D_n(\rightarrow) \text{の傾き}) - (\min D_{n-1}(\rightarrow) \text{の傾き})$  から、 $n$  番目のホップの順方向の帯域の逆数が算出可能である。

【0012】従来の技術、例えば、上述の $pathchar$  では、プローブパケットを受信した受信者は、自己の情報は何ら加えないで、応答パケットを送り返すのみであり、あくまで往復での評価しかしないため、トラヒ

ック負荷の方向性を区別できなかった。これに対して、本発明では、受信者が、自分が持っている時計の時刻を応答パケットに埋め込んで送り返すために、トラヒック負荷の方向性を別々に分離して評価することができる。また、従来の技術では、各ホップの2リンク（行きと帰り）の帯域の測定結果を分離できないか、あるいは順方向のリンクのみの帯域しか測定できないという問題点があったが、本発明では両方向の帯域を測定可能となる。

【0013】なお、本発明に係るトラヒック評価方法を実現するためのプログラムは、これを記録媒体に記録した形で商品として流通させることが可能であるが、本発明の保護範囲はこのような商品にも及ぶことは言うまでもない。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を、図面に示す好適実施例に基づいて、詳細に説明する。図2(a)にプローブパケット10のフォーマットを、図2(b)に応答パケット20のフォーマットを示す。パケットの先頭には、パケット交換のための基本的なヘッダ（例：IPヘッダなど）11、21が、次に、時刻印3つ分の大きさを持つ時刻印ヘッダ12、22が付く。その後、パケットのデータ部13、23が続く。

【0015】送信ホストは、プローブパケット10の時刻印ヘッダ11の最初のフィールド12aに、プローブパケット送信直前の時刻（発信ホストの発信時刻）を埋め込み、その後送出する。受信者は、プローブパケット10受信直後に、応答パケット20を生成し、その時刻印ヘッダ22に自分の受信時22a、送信時の時刻22bを埋め込み、その後送出する。

【0016】図3に、このようにして評価したトラヒック負荷の方向性に関するデータを基に、トラヒック制御を行うための装置の一構成例を示す。情報サーバ30からサービスを受けるクライアント端末40は、本発明に係るトラヒック評価装置50を介して2つのネットワークA、Bに接続されている。情報サーバ30が提供するサービスは、TCPのようなデータのバルク転送を行うものであり、情報を含む大きなパケットをクライアント端末40に向けて転送し、クライアント端末40はそのパケットに対して、小さなACKパケットを逐次送り返すものである。

【0017】トラヒック評価装置50は、データパケットが送信される方向（情報サーバからクライアントに向かう方向：図中の太い矢印）の帯域が大きいか、あるいはその方向のトラヒック負荷が軽くなるような方のネットワークを選択するように、トラヒックを制御する。

【0018】ここで、トラヒック評価装置50は、それぞれのネットワークA、Bを介した2本のパスについて、そのトラヒック負荷を両方向について評価しており、ある範囲の過去までのデータを基に、現在のパスをどちらにするかの判定を行う。この判定に際しては、ま

ず、データパケットが送信される方向の物理的な帯域を各リンクについて測定し、ボトルネック帯域の大きい方のネットワークを、優先的に選択する。

【0019】また、往復でのトラヒック負荷を2つのパスについて比較し、その差がある閾値以上になった場合には、往復でのトラヒック負荷の小さい方のネットワークを選択する。また、その差が閾値に満たなかった場合には、情報サーバ30からのデータパケットが送信される方向のトラヒック負荷が軽い方のネットワークを選択する。

【0020】図4に、上述のトラヒック評価装置50のブロック構成図を示す。プローブパケット送出スケジューリング部1は、プローブパケットを送出する時間間隔やパケット数を決定し、プローブパケット生成部2aを制御する。プローブパケット生成部2aは、スケジューリング部1の指令に従って、プローブパケットを送出する。応答パケット受信部2bは、応答パケットを受信し、受信時の時刻印を付ける。また、測定データ蓄積部3は、応答パケット受信部2bから時刻印情報を取得し、遅延時間を計算して、メモリに蓄積しておく。

【0021】帯域評価部4aおよびトラヒック負荷評価部4bは、測定データ蓄積部3に記録された遅延時間情報を読み出して、各方向についての帯域およびトラヒック負荷を評価する。また、ここでの評価の誤差を小さくするように、プローブパケットスケジューリング部1に、時間間隔やパケット数のパラメータをフィードバックする。経路表決定部5は、帯域評価部4aおよびトラヒック負荷4bの評価結果に基づき、その時々経路表を決定する。経路選択実行部6は、その時々経路表に基づき、パケットのルーチングを実行する。

【0022】上記実施例によれば、受信者が、自分が持っている時計の時刻を応答パケットに埋め込んで送り返すように構成したので、トラヒック負荷の方向性を別々に分離して評価することができるようになる。また、従来は、各ホップの2リンク（行きと帰り）の帯域の測定結果を分離できないか、あるいは順方向のリンクのみの帯域しか測定できなかったが、これらが測定可能になる。なお、上記実施例は本発明の一例を示したものであり、本発明はこれに限定されるべきものではないことは言うまでもないことである。

【0023】

【発明の効果】以上、詳細に説明したように、本発明によれば、送信ホストがネットワークの内部の中継ノード、あるいは受信ホストの時刻を取得し、それを基に片道での遅延変動を把握できるため、従来往復でしか評価できなかったトラヒック負荷の算出ができ、各ホップの行きと帰りでの帯域の評価が独立に可能となるという顕著な効果を奏するものである。

【図面の簡単な説明】

【図1】1ホップを構成する2つのリンクと2つのキュー

一を示す図である。

【図2】プローブ packets および応答 packets の packet フォーマットの一例を示す図である。

【図3】データを受け取る方向のボトルネック帯域、およびトラフィック負荷の測定結果に基づきトラフィック制御を行うシステムの構成例を示す図である。

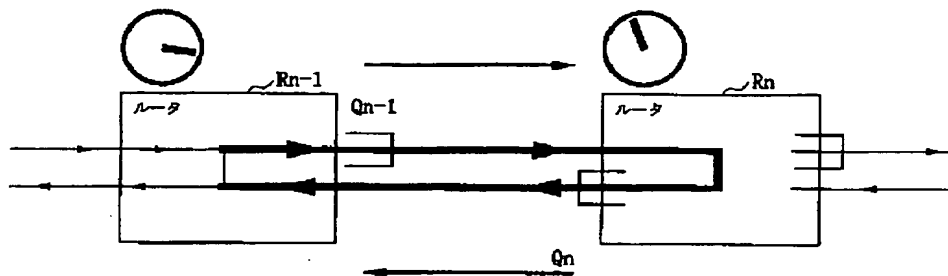
【図4】実施例に係る装置のブロック構成図である。

【符号の説明】

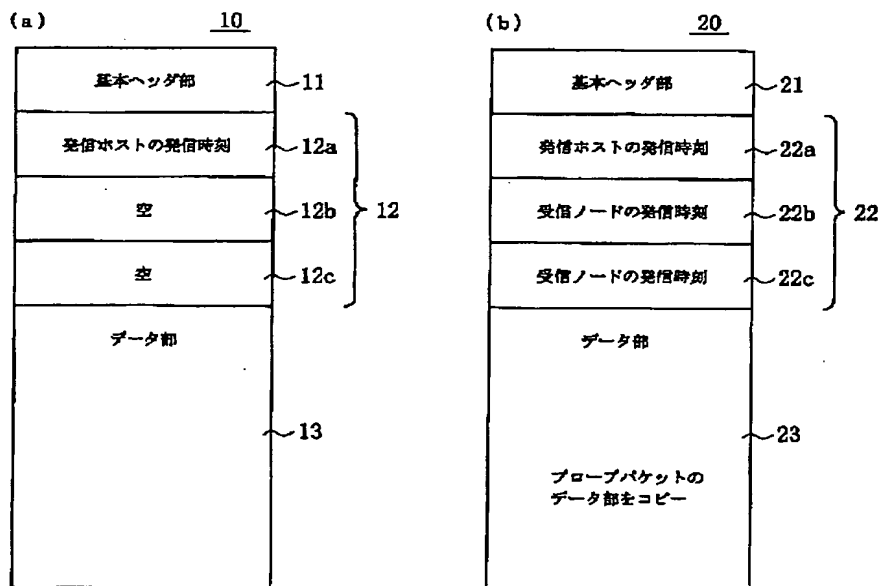
- 1 プローブ packets 送出スケジューリング部  
2 a プローブ packets 生成部

- 2 b 応答 packets 受信部  
3 測定データ蓄積部  
4 a 帯域評価部  
4 b トラフィック負荷評価部  
5 経路表決定部  
6 経路選択実行部  
30 情報サーバ  
40 クライアント端末  
50 トラフィック評価装置

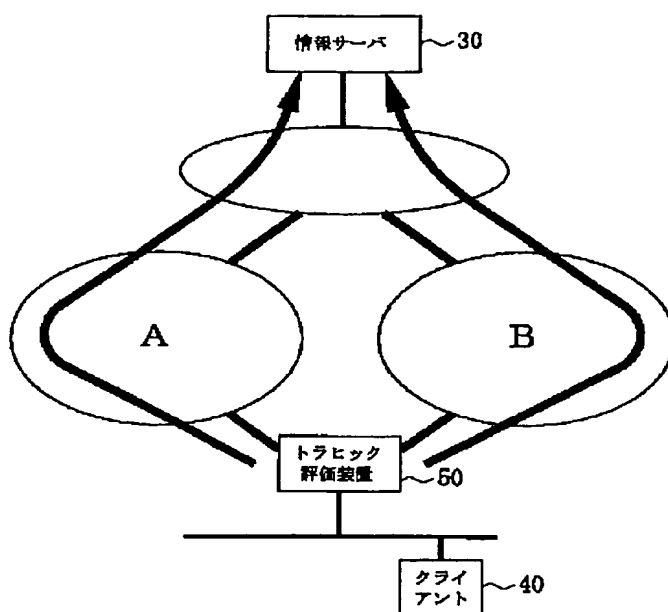
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

